Lane Medical Library

Versuche zum Nachweis von Kohlenoxyd-Hämoglobin im Blute mit Hilfe infraroter Strahlen

---

Inaugural-Dissertation

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

einer

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

der

RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT

zu

HEIDELBERG

vorgelegt von

Rudolf Abt

1936

DRUCKEREI WINTER, HEIDELBERG

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg

Der Referent: Prof. Dr. Schwarzacher
Der Dekan: Prof. Dr. C. Schneider

1936

Bei der Bedeutung der Diagnose und Beurteilung einer Kohlenoxydvergiftung schien es der Mühe wert, die Versuche nachzuprüfen unter dem Gesichtspunkt, ob eine brauchbare, klinische Methode auf diesem Wege zu finden ist. Der Arbeit lag hauptsächlich der Gedanke zugrunde, photographisch die Schwere einer Kohlenoxydvergiftung darzustellen.

Unter Infrarotphotographie versteht man die Aufnahme von Rotstrahlen, die außerhalb des Sichtbaren liegen, speziell die Wellenlänge zwischen 7000—11000 Angström-Einheiten. Diese Strahlen zeigen die Eigenschaft, infolge ihrer größeren Wellenlänge in trüben Medien weniger abgebeugt zu werden als die sichtbaren Strahlen von 4000 bis 7000 Angström-Einheiten. Darauf beruht die bekannte Erscheinung der Infrarotphotographie durch Dunst und Nebel. Außerdem zeigen diese Ultrarotstrahlen die Eigenschaft, daß Stoffe, die dem Auge in der Farbe völlig gleich erscheinen, für Infrarot ein verschiedenes Absorptions- oder Reflexionsvermögen besitzen. Hellwich und A. Fröhlich zeigen letztere Erscheinung für Kleiderstoffe. Auf medizinischem Gebiete bewies Haxthausen die deutliche Darstellbarkeit von Venen durch die Haut mit Hilfe der Infrarotstrahlen. Krötz berichtet, daß die Darstellung der Venen noch deutlicher wird, wenn das darin enthaltene Blut kohlenoxydvergiftet ist. Fröhlich und Rodenacker zeigten an Versuchen in vitro, daß kohlenoxydvergiftetes Blut Infrarotstrahlen reflektiert, während normales Blut diese Strahlen absorbiert. J. Eggert wies nach, daß Kohlenoxydblut für Infrarot durchlässiger ist als normales Blut, welches diese Strahlen absorbiert. Diese Veröffentlichungen waren bei Beginn der Arbeit bekannt.

Nun kurz Allgemeines über die Methodik der Aufnahmen. Als Platten wurden die Agfaplatten 810 und 855 verwandt, und als Filter die Agfafilter 83, 84, 85. Als Lichtquelle diente eine Nitraphotlampe von 200 W, als Kamera eine einfache Auszugskamera mit Zeiß Tessar 1 : 4,5. Die Fokusdifferenz konnte in allen diesen Fällen im Gegensatz zu Mikroaufnahmen vernachlässigt werden. Als Entwickler wurde gewöhnlicher Methol-Hydrochinon-Entwickler benutzt. Die Belichtungszeiten schwankten zwischen $^1/_{10}$ bis 40 Sekunden, je nachdem durchfallendes oder auffallendes Licht verwandt wurde.

Die ersten Versuche mit normalem und nach Durchleiten von Leuchtgas CO-haltig gemachtem Blut bestätigten die von Eggert veröffentlichte Ansicht, daß CO-haltiges Blut für Infrarot durchlässig ist, während normales Blut diese Strahlen absorbiert. Die Abb. 1 zeigt zwei Küvetten, die mit Blut gefüllt sind, das im Verhältnis 1 : 12 mit Wasser verdünnt ist. Das CO-haltige Blut wurde nach Durchleiten von Leuchtgas (2 Minuten) gewonnen. Der Hintergrund ist weißes Papier, die Buchstaben sind mit schwarzem Bleistift geschrieben, NO = normales Blut, CO = leuchtgasvergiftetes. Verwandt wurde die Agfa-Platte 810 mit Filter 83. Die Aufnahme beweist deutlich die oben genannte Ansicht Eggerts. Immerhin zeigt sich das Phänomen, daß die Bleistiftschrift beim CO—Hb schlechter zu sehen ist als beim normalen Blut.

Es wurde nun versucht, diese Ergebnisse auch auf feste Körper anzuwenden. Auf einen weißen Leinenstoff wurden zwei Blutflecke mit CO—Hb und O_2—Hb gesetzt. Obwohl die beiden Flecken bei der Aufnahme noch nicht vollkommen ausgetrocknet waren, zeigt das photographische Ergebnis doch keinen Unterschied (Abb. 2). Die Aufnahmeverhältnisse waren dieselben wie Abb. 1. Ferner wurde unter den gleichen Bedingungen normale Leber neben einem

aus einem Leuchtgas-Selbstmord stammenden Stück Leber aufgenommen. Makroskopisch war die CO-vergiftete Leber deutlich an der kirschroten Farbe zu erkennen. Photographisch ergaben sich keine Unterschiede.

Aufnahmen mit anderen Organen, wie Niere und Muskel, zeigten die gleichen negativen Ergebnisse.

Bei den folgenden Versuchen wurde wieder nur Blut verwandt. Auf zwei Objektträgern befand sich normales und CO-haltiges Blut, das während 18 Stunden eingetrocknet war. Makroskopisch zeigte sich in der Farbe kein Unterschied; auch die Infrarotaufnahme wies keine Differenzen in der Helligkeit auf (Abb. 3). Bei der Aufnahme, mit weißem Papier als Untergrund, waren die Bedingungen die gleichen wie bei den vorangegangenen Versuchen. Das eingetrocknete Blut wurde nun durch Wasser wieder verflüssigt, aber auch hier ergaben sich photographisch keine Unterschiede.

Es scheint also nach diesen Ergebnissen so zu sein, daß photographisch nur das frische, sich in Lösung befindliche O_2—Hb und CO—Hb Unterschiede in der Durchlässigkeit für infrarote Strahlen ergibt.

Wurde bei den bisherigen Versuchen das Licht von einer weißen Papierfläche in die Kamera zurückgeworfen, so zeigt die folgende Aufnahme, daß auch direkt durchfallendes Licht für CO—HB durchlässiger ist als für O_2—Hb. Die Anordnung (Abb. 4) war folgende: Zwei übereinanderstehende Küvetten enthielten normales und CO-vergiftetes Blut, das im Verhältnis 1 : 4 mit Wasser verdünnt war. Auf der einen Seite befand sich in 60 cm Abstand die Nitralampe von 200 Watt, auf der anderen die Kamera. Verwandt wurde die Agfa-Platte 855 und das Agfa-Filter 85. Die Belichtungszeiten betrugen bei voller Blendenöffnung $^1/_{10}$, $^1/_5$, $^1/_2$, 1, 2, 3 Sekunden. Die Reihenaufnahme zeigt deutlich die größere Durchlässigkeit des CO—Hb-haltigen Blutes für Infrarot.

Auf Grund dieser Tatsachen sollte geprüft werden, ob die Durchlässigkeit des CO-vergifteten Blutes für Infrarot von dem Prozentgehalt des CO—Hb abhängig ist. Beim ersten Versuch wurde zu 3 ccm normalen Blutes 0,1 ccm, aufsteigend bis 0,6 ccm, CO-Blut zugesetzt. Die Aufnahme ergab aber keine Unterschiede. Die Bedingungen waren dieselben wie bei Abb. 1—3.

Abb. 5 betrifft eine Kohlenoxydgasvergiftung, die sich in einer Schule ereignet hatte. Die Prozentzahlen waren vorher spektrometrisch festgestellt. Der Hintergrund ist weißes Papier, auf dem mit Bleistift ein dicker Strich gezogen ist. Helligkeitsunterschiede sind auf dem Positiv nicht festzustellen.

Bei der folgenden Aufnahme (Abb. 6) befinden sich in den Glasröhren steigende Konzentrationen von CO-haltigem Blut. Die Glasröhre ganz rechts enthält normales Blut. Das Verdünnungsverhältnis mit Wasser beträgt 1:4. Der obere Teil ist schwarzer, der untere weißer Hintergrund. Mit Agfa-Platte 810, Filter 84 wurde bei einer Nitralampe von 150 Watt mit voller Blende 20 Sekunden belichtet. Das Positiv zeigt deutlich, daß nur bei weißem Hintergrund überhaupt Ergebnisse zu erzielen sind. Zum ersten Male ist ein Helligkeitsunterschied der CO-haltigen Lösungen zu erkennen. Die Glasröhre ganz links zeigt das Blut mit dem geringsten Gehalt an CO—Hb.

Waren bei Verwendung eines schwarzen Hintergrundes Unterschiede nicht festzustellen, so ergaben sich auch bei einer Aufnahme ohne Hintergrund keine verschiedenen Werte.

Abb. 7 soll veranschaulichen, daß die Durchlässigkeit für Infrarot mit steigender CO-Konzentration wächst. Aufnahmeverhältnisse: Weißer Hintergrund, Agfa-Platte 810, Filter 84, Nitralampe 150 Watt, volle Blende, Belichtungszeit 15 Sekunden. Sämtliche Lösungen sind mit destil-

liertem Wasser im Verhältnis 1 : 8 verdünnt und filtriert. Vor der Verdünnung wurde Leuchtgas durch das Blut des 1. Glases 10 Sekunden, des 2. 15 Sekunden, des 3. 30 Sekunden, des 4. 60 Sekunden lang geleitet. Das 5. Glas enthält normales Blut. Verwandt wurde zu diesem Versuche frisches Menschenblut.

Die letzte Aufnahme (Abb. 7) zeigt den Weg zum Ausbau der Infrarotphotographie bei Kohlenoxydgasvergiftung für klinische Zwecke. Das Bestreben geht dahin, die Versuche die in vitro gelingen, auch unmittelbar am lebenden Organismus anzuwenden.

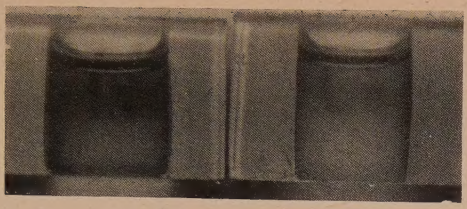

Abbildung 1

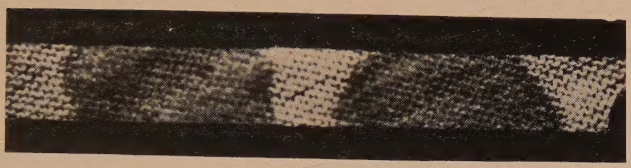

Abbildung 2

CO-Hb O_2-Hb

Abbildung 3

CO-Hb O_2-Hb

CO-Hb

O_2-Hb

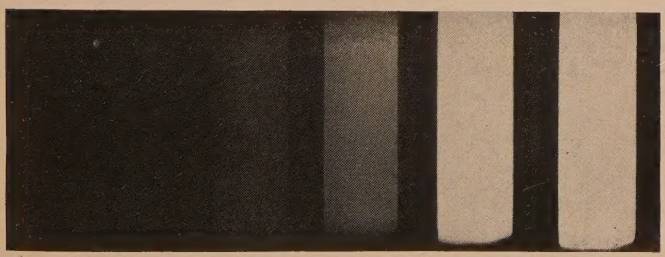

Abbildung 4

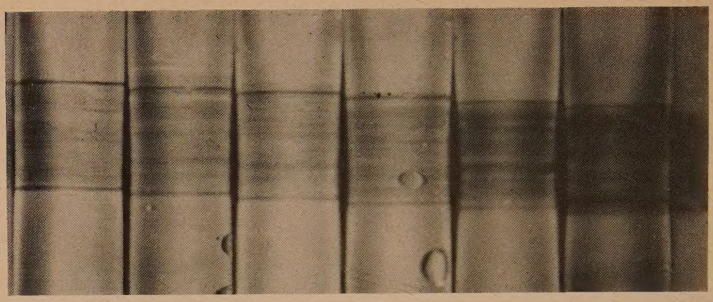

Abbildung 5

CO-Hb = 31% 27% 25% 18% 11% O_2-Hb

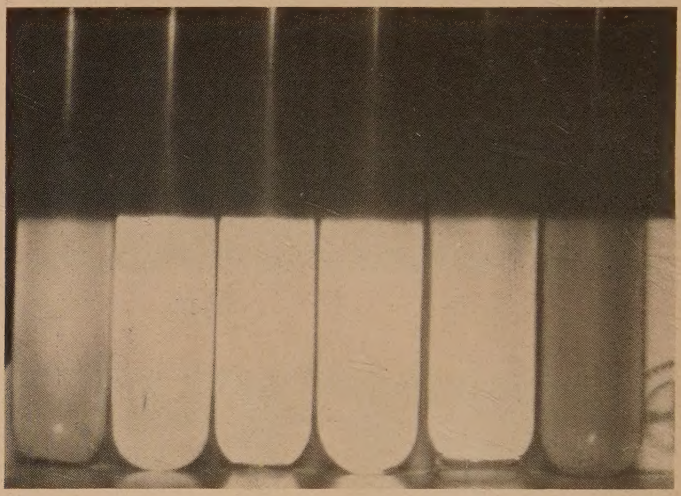

Abbildung 6

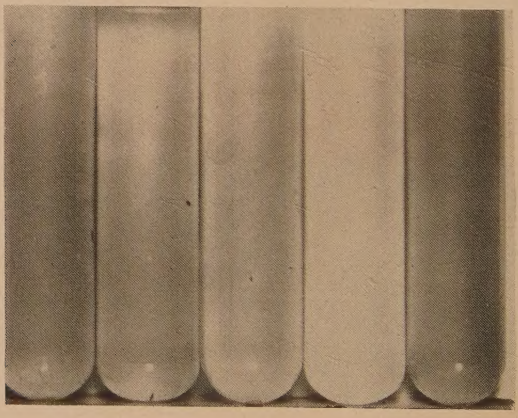

Abbildung 7

1 2 3 4 5

Literaturangabe.

1. Die Infrarotphotographie von Dr. Othmar Hellwich.
2. Infrarotphotograph. Studien am Blute. Dr. Ing. A. Fröhlich, Dr. med. G. Rodenacker in Münchener Med. Wochenschrift vom 24. Januar 1935.
3 A. Fröhlich: Textilzeitung 41/42 (14. 10. 1933).
4. Haxthausen: Dermat. Wochenschrift 35, 1933.
5. Krötz: Vortrag am 9. 1. 1934, Med. Gesellschaft zu Hamburg.
6. J. Eggert: Die Naturwissenschaften, Heft 18. 3. 5. 1935.

Lebenslauf

des Medizinalpraktikanten Rudolf Abt.

Geboren wurde ich, Rudolf Abt, evangelischer Konfession, als Sohn des Knappschaftsamtmannes Otto Abt und seiner Ehefrau Lina geb. Wagner am 4. März 1911 zu Saarbrücken. Nach dreijährigem Besuch der Vorschule des Ludwigsgymnasiums zu Saarbrücken trat ich Ostern 1920 in die Sexta daselbst ein und blieb dort bis Untersekunda Herbst 1926. Anschließend besuchte ich das Gymnasium „Adolfinum" zu Mörs a. Rhein, wo ich März 1930 die Reifeprüfung bestand. Von Ostern 1930 bis zum Sommersemester 1932 studierte ich Medizin an der Universität Heidelberg und legte am Schlusse dieses Semesters dortselbst meine ärztliche Vorprüfung ab. Im Wintersemester 1932/33 und im Sommersemester 1933 hörte ich medizinische Vorlesungen in Bonn. Vom Wintersemester 1933/34 ab studierte ich wieder in Heidelberg und bestand an dieser Universität nach meinem elften Studiensemester das medizinische Staatsexamen mit „Gut".